



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

Институт механизации и технического сервиса
Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебно-
воспитательной работе, проф.
Б.Г. Зиганшин
«21» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ:

ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) подготовки
«Технический сервис в АПК»

Уровень
бакалавриата

Форма обучения
очная, заочная

Год поступления обучающихся: 2020

Казань - 2020

Составитель: к.т.н., доцент Ахметзянов Ришат Ринатович

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры эксплуатации и
ремонта машин «30» апреля 2020 года (протокол №16)

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Института
механизации и технического сервиса «12» мая 2020 года (протокол № 8)

Пред. метод. комиссии, к.т.н., доцент _____ Шайхутдинов Р.Р.

Согласовано:

Директор Института механизации
и технического сервиса,
д.т.н., профессор _____

Яхин С.М.

Протокол Ученого совета ИМ и ТС №10 «14» мая 2020 года

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и технические измерения», обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		
УК-2.3.	Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.	Знать: Решение конкретных задач проекта в области общих принципов обеспечения взаимозаменяемости, построение систем допусков и посадок, основы технических измерений заявленного качества и за установленное время.
		Уметь: Решать конкретные задачи проекта при этом пользоваться справочной литературой для назначения посадок типовых сопряжений; грамотно обозначать на чертежах размеры, их точность, точность формы, взаимного расположения и шероховатости поверхностей заявленного качества и за установленное время.
		Владеть: Навыками решения конкретных задач по измерению с наиболее широко распространенными измерительными средствами и оценивать годность детали по результатам измерений заявленного качества и за установленное время.
ОПК-2 Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности;		
ОПК-2.4.	Оформляет специальные документы для осуществления эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	Знать: правила оформления специальных документов для осуществления эксплуатации и технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования при осуществлении технических измерений
		Уметь: оформлять специальные документы для осуществления эксплуатации и технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования при осуществлении технических измерений

		Владеть: навыками оформления специальных документов для осуществления эксплуатации и технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования при осуществлении технических измерений
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины». Изучается в 5 семестре, на 3 курсе при очной и на 7 сессии 4 курса заочной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: математика, физика, начертательная геометрия и инженерная графика, информатика, метрология, стандартизация и сертификация.

Дисциплина является основополагающей, при изучении: технология ремонта машин, тракторы и автомобили, сельскохозяйственные машины, методы и средства измерений, испытания и контроля.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

Таблица 3.1- Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий

Вид учебных занятий	Очное обучение	Заочное обучение
	6 семестр	7 сессия
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), час	53	11
в том числе:		
лекции, час	18	4
практические занятия, час	34	6
зачет, час	1	1
Самостоятельная работа обучающихся (всего), час	55	97
в том числе:		
- подготовка к практическим занятиям, час	20	42
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	25	51
- подготовка к зачету, час	10	4
Общая трудоемкость, час	108	108
зач. ед.	3	3

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 4.1- Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
(в академических часах)

№ темы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость							
		лекции		пр. занятие		всего ауд. часов		самост. работа	
		очно	заочно	очно	заочно	очно	заочно	очно	заочно
1	Основы взаимозаменяемости и технические измерения	18	4	34	8	52	12	55	95
	Итого	18	4	34	8	52	12	55	95

Таблица 4.2- Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время, ак. час (очно/заочно)	
		очно	заочно
1	Раздел 1. Основы взаимозаменяемости и технические измерения		
	<i>Лекционный курс</i>	18	4
1.1	Основные понятия о взаимозаменяемости и стандартизации.	2	2
1.2	Взаимозаменяемость, методы и средства измерения и контроля гладких цилиндрических соединений.	2	
1.3	Нормирование, методы и средства измерения и контроля отклонений формы, расположения, шероховатости и волнистости поверхности деталей.	2	
1.4	Допуски углов. Взаимозаменяемость конических соединений	2	
1.5	Расчеты допусков размеров, входящих в размерные цепи	2	2
1.6	Взаимозаменяемость, методы и средства измерения и контроля зубчатых и червячных передач	2	
1.7	Взаимозаменяемость, методы и средства измерения и контроля резьбовых соединений.	4	
1.8	Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений.	2	
	<i>Практические занятия</i>	34	8
1.10	Определение допусков, предельных отклонений гладкого цилиндрического соединения и выбор средств измерения	2	2
1.11	Расчет и выбор посадок для соединений с натягом	2	
1.12	Расчет и выбор посадок для колец подшипников качения	2	
1.13	Стандартизация волнистости и шероховатости поверхности.	2	
1.14	Стандартизация отклонения формы и расположения поверхностей деталей.	2	2
1.15	Выбор посадок и определение параметров деталей шпоночного соединения	2	
1.16	Выбор посадок и определение параметров деталей прямоочных шлицевых соединений	2	
1.17	Расчет размеров гладких калибров	2	
1.18	Расчет и выбор параметров резьбового соединения	2	

1.19	Определение точностных параметров зубчатых колес и передач	2	2
1.20	Параметры шероховатости поверхности	2	
1.21	Расчет посадки для подшипника скольжения	2	
1.22	Графическое изображение отклонений и допусков. Определение основных отклонений. Посадки.	2	
1.23	Размерный анализ сборочных единиц и деталей.	2	2
1.24	Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости	2	
1.25	Расчет размерных цепей вероятностным методом	2	
1.26	Расчет размерных цепей методом пригонки, и регулирования	2	

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация: метод. рекомендации»/ Р.Р.Ахметзянов, Н.Р.Адигамов, М.Н.Калимуллин, Р.Р.Шайхутдинов, И.Х.Гималтдинов, Т.Н.Вагизов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 28 с.

2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и технические измерения»: метод. рекомендации / Р.Р.Ахметзянов, Н.Р.Адигамов, М.Н.Калимуллин, Р.Р.Шайхутдинов, И.Х.Гималтдинов, Т.Н.Вагизов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 42 с.

Примерная тематика курсовых работ:

Задание 1. Определение параметров гладкого цилиндрического соединения и выбор средств измерения.

1. Определить величину допусков, предельные отклонения размеров вала и отверстия
2. Определить предельные размеры вала и отверстия
3. Определить значения предельных зазоров (натягов), допуск посадки и вид посадки.
4. Начертить схему полей допусков размеров отверстия и вала.

5. Начертить эскизы деталей и соединения в сборе с обозначением предельных отклонений и посадки

6. Определить параметры шероховатости поверхностей вала и отверстия и указать их на эскизах деталей

7. Выбрать измерительные средства для измерения размеров вала и отверстия с необходимой точностью

Задание 2. Расчет и выбор посадок для соединений и натягом.

1. Определить необходимое наименьшее давление на контактных поверхностях деталей соединения

2. Определить необходимое значение наименьшего расчетного натяга

3. Определить с учетом поправок величину наименьшего натяга.

4. Определить наибольшее допустимое давление, при котором отсутствует пластическая деформация на контактных поверхностях деталей.

5. Определить величину наибольшего расчетного натяга

6. Определить величину наибольшего допустимого натяга

7. Выбрать посадку соединения из таблиц единой системы допусков и посадок
8. Определить усилие запрессовки при сборе деталей под прессом
9. Определить температуру нагрева втулки при беспрессовой сборке деталей
10. Начертить схему расположения полей допусков деталей
11. Вычертить эскизы втулки и вала с указанием размеров, предельных отклонений и шероховатости поверхностей

Задание 3. Допуски и посадки подшипников качения.

1. Определить номинальные значения параметров подшипника качения
2. Установить характер нагружения колец подшипника
3. Определить вид нагружения колец подшипника качения.
4. Определить величину интенсивности нагружения от циркуляционной нагрузки.
5. Выбрать посадки колец подшипника на вал и в корпус.
6. Определить предельные размеры вала и отверстия в корпусе, а также колец подшипника качения

7. Определить предельные зазоры или натяги в соединении для наружного и внутреннего колец

8. Обосновать шероховатость посадочных и торцевых поверхностей вала и отверстия корпуса, сопрягаемых с поверхностями колец подшипника качения

9. Начертить схемы расположения полей допусков деталей с указанием необходимых размеров и предельных отклонений

10. Начертить эскизы посадочных поверхностей вала, втулки и соединения в сборе и указать на эскизах необходимые размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхности и посадки

Задание 4. Выбор посадок и определение параметров деталей шпоночного соединения.

1. Определить номинальные размеры шпонки, шпоночных пазов вала и втулки.
2. Выбрать посадки втулка-вал, паз вала-шпонка и паз втулки-шпонка. Найти численные значения предельных отклонений и размеров втулки, вала, а также шпонки и шпоночных пазов втулки и вала.

3. Вычертить эскизы деталей шпоночного соединения (вала и втулки) и соединения в сборе, проставить на них размеры и предельные отклонения и посадки, а также обозначить шероховатость поверхностей деталей

4. Начертить схемы расположения полей допусков деталей шпоночного соединения.

5. Определить предельные зазоры и натяги в соединении

6. Написать условное обозначение шпонки

7. Размерные характеристики деталей шпоночного соединения привести в виде таблицы

Задание 5. Допуски и посадки шлицевых соединений.

1. Расшифровать условное обозначение шлицевого соединения
2. Определить предельные размеры центрирующих и нецентрирующих элементов шлицевого соединения
3. Вычертить схемы расположения полей допусков размеров центрирующих и нецентрирующих элементов

4. Выбрать шероховатость поверхности деталей и определить способы их обработки

5. Вычертить эскизы деталей шлицевого соединения по отдельности вала и втулки, а также их в сборе, указать на эскизах размеры и предельные отклонения посадки, шероховатость поверхности

Задание 6. Расчет размеров гладких калибров.

1. Определить значения допусков, предельные отклонения и размеры отверстия и вала

2. Определить исполнительные размеры калибров для контроля отверстия

3. Определить исполнительные размеры калибров для контроля вала

4. Начертить схемы полей допусков калибров для контроля размеров отверстия и вала

5. Начертить эскизы размеров отверстия и вала. Указать на эскизах исполнительные размеры, шероховатость рабочих поверхностей и маркировку калибров

Задание 7. Расчет и выбор параметров резьбового соединения.

1. Расшифровать условное обозначение резьбового соединения

2. Определить основные параметры резьбового соединения.

3. Начертить профиль резьбы с указанием ее основных параметров

4. Определить допуски диаметров наружной и внутренней резьбы.

5. Определить основные отклонения для диаметров наружной и внутренней резьбы

6. Определить предельные значения диаметров болта и гайки

7. Определить значения предельных зазоров (натягов) в резьбовом соединении по среднему диаметру, вид соединения

8. Начертить схемы расположения полей допусков для размеров болта, гайки и соединения в сборе.

9. Определить приведенный средний диаметр резьбы для болта и гайки

10. Начертить схемы расположения полей допусков для размеров болта, гайки и соединения в сборе.

11. Определить приведенный средний диаметр резьбы для болта и гайки

12. Выбрать измерительные средства для измерения параметров резьбы.

13. Начертить эскизы болта, гайки и резьбового соединения. На эскизах указать необходимые размеры, предельные отклонения и посадку.

Задание 8. Определение точностных параметров зубчатых колес и передач.

1. Определить основные параметры зубчатых колес и передач

2. Расшифровать условное обозначение степени точности колес и вида соединения

3. Определить нормы кинематической точности

4. Определить нормы плавности

5. Определить нормы контакта зубьев в передаче

6. Определить нормы бокового зазора для передачи

7. Определить предельные значения смещения исходного контура

8. Определить высоту постоянной хорды зубчатого колеса

9. Определить длину общей нормали

10. Вычертить чертеж зубчатого колеса на формате А4 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.403-75 и указать на нем все необходимые размеры

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в приложении в рабочей программе дисциплины «Основы взаимозаменяемости и технические измерения»

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины(модуля)

Основная учебная литература:

1. Мочалов, В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. Основы взаимозаменяемости: учебное пособие / В.Д. Мочалов, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев. — 2-е изд., стереотип. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 264 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5a40aec22da5b7.51406662. - ISBN 978-5-16-106436-8. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1072223> (дата обращения: 13.05.2020)

2. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость: учебник / С.Б. Тарасов, С.А. Любомудров, Т.А. Макарова [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 337 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5ca6f9dc3722f5.59052818. - ISBN 978-5-16-106550-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/961346> (дата обращения: 13.05.2020).

3. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. - Москва: ИНФРА-М, 2012. - 256 с. + CD-ROM. - (Высшее образование). (переплет, cdrom)ISBN 978-5-16-004750-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/239847> (дата обращения: 13.05.2020)

Дополнительная учебная литература:

1. Любомудров, С. А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: Учебник / С.А. Любомудров, А.А. Смирнов, С.Б. Тарасов. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2012. - 206 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005246-5. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/278949> (дата обращения: 13.05.2020)

8Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз России). <http://www.mcx.gov.ru/>
2. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. <http://agro.tatarstan.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com» <https://znanium.com>

9Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться

найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практические задания рекомендуется выполнять письменно.

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к практическим занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на практических занятиях, контроль знаний студентов.

При подготовке к практическим занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым практическим занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;

- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач;
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого практического занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация: метод. рекомендации» / Р.Р. Ахметзянов, Н.Р. Адигамов, М.Н. Калимуллин, Р.Р. Шайхутдинов, И.Х. Гималтдинов, Т.Н. Вагизов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 28 с.

2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и технические измерения»: метод. рекомендации» / Р.Р. Ахметзянов, Н.Р. Адигамов, М.Н. Калимуллин, Р.Р. Шайхутдинов, И.Х. Гималтдинов, Т.Н. Вагизов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 42 с.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Форма проведения занятия	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
Лекции	Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения	Информационно-правовое обеспечение «Гарант-азро» - сетевая версия	1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных организаций; 2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standard 2016; 3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса; 4. LMS Moodle - модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения (Software free General Public License (GPL));
Практические занятия			
Самостоятельная работа			

Форма проведения занятия	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
			5. КОМПАС-3DV14 –система трёхмерного моделирования, универсальная система автоматизированного 2D-проектирования; 4. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат»

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекции	Учебная аудитория № 610 для проведения занятий лекционного типа. Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.
Практические занятия	Учебная аудитория № 603 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультации, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория технических измерений. Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий, наглядные учебные плакаты и справочники; штангенциркули: ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3; штангенглубиномеры: ШГ-160, ШГ-315; штангенрейсмус ШР-250; плита поверочная 250x250, 350x350; микрометры: МК-25, МК-50, МК-75, МК-100, МК-125, МК-150; глубиномер микрометрический ГМ-100; нутромер микрометрический НМ-175, НМ-600; угломеры нониусные, угломеры оптические, угловые меры; миниметры, микрокаторы, гладкие калибры-пробки, концевые меры длины; штангензубомеры, шагомеры, нормалемеры, плоскопараллельные концевые меры длины комплект №1 и комплект №2; индикаторы часового типа ИЧ-2; 5; 10, ИГ-2; ИРБ; индикаторный нутромер НИ50-100; НИ100-160; штатив; призма, биениемер ПБ500; вертикальный оптиметр ОВО-1; горизонтальный оптиметр ИКГ-3; инструментальные микроскопы БМИ и ММИ; резьбовые калибры.
Самостоятельная работа	Учебная аудитория № 518 - помещение для самостоятельной работы, текущего контроля и промежуточной аттестации. Компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Казанского ГАУ, проектор мультимедийный, экран, доска аудиторная, стол и стул для преподавателя, столы и стулья для студентов, трибуна.

